

АННОТАЦИЯ

**диссертации на соискание степени доктора философии (PhD)
по образовательной программе «8D05303-Теплофизика и теоретическая
теплотехника»**

БУЛКАИРОВА ГУЛЬДЕН АЙТБАЕВНА

**Исследование теплофизических свойств природного сырья
обработанного электрогидравлическим способом**

Актуальность темы. В настоящее время актуальным становится вопрос рационального использования тепловых и энергетических ресурсов. В целях обеспечения энергетической безопасности развития экономики страны непрерывно рассматриваются пути энергосбережения и тепла. Применение современных теплоизоляционных материалов в строительстве позволяет значительно повысить теплозащиту жилых домов и производственных зданий, сделать их более энергоэффективными. В связи с этим актуальным вопросом является повышение энергоэффективности зданий различного назначения за счет использования современных теплоизоляционных материалов. Количество теплоизоляционных материалов очень велико, поэтому, зная их теплофизические свойства, необходимо использовать наиболее эффективные. Выбор теплоизоляционных материалов очень большой, поэтому необходимо знать их свойства и использовать наиболее эффективные.

В настоящее время кварцевый порошок широко используется в различных отраслях промышленности, включая производство оптических волокон, электроники и фотоэлектрических устройств, строительство и т.д. Материал диаметром частиц от 0,1 до 0,4 миллиметра используется для изготовления изделий из стекла, керамики и фарфора, а также изоляционных материалов. В строительстве кварцевый порошок диаметром 0,1-1 мм используется для изготовления конструкционных, теплоизоляционных и отделочных материалов. А так же для изготовления кладочных растворов используют кварцевый порошок диаметром 0,1 - 2,0 мм, при изготовлении плиточного клея на основе цемента 0,1-0,6мм, для швов между облицовочными плитками 0,1-0,5 мм, в качестве цементного и полимерного шпатлевки 0,1-4,0 мм. В состав смесей для выравнивания полов добавляют измельченный кварц 0,1-2,0 мм, а для гипсовой штукатурки используют 0,1мм. Получение кварцевого порошка таких размеров осуществляется с помощью сложных и дорогостоящих работ по переработке, которые включают несколько этапов различного дробления, измельчения, обогащения и химической очистки.

При дроблении и измельчении происходит раскрытие минералов вследствие разрушения сращений минерала и породы. Измельчение материалов по границам различных компонентов может быть сложным. Поэтому измельчение твердых и природных минералов является важным процессом. Наиболее распространенным методом дробления кварцевого сырья является

механический метод. Этот метод используется в дробилках, роликовых и шаровых мельницах и позволяет получать необходимое количество продуктов с высокой производительностью. Однако использование этих традиционных механических устройств имеет ряд недостатков, связанных с потреблением энергии, качеством конечного продукта: получаемый продукт может быть загрязнен металлом и не позволяет получить чистый продукт. При дроблении и измельчении горных пород важно обеспечить дробление, сохраняя целостность кристаллов и предотвращая загрязнение продуктов металлическими частицами. По этой причине дробление природного минерала электрогидравлическим методом более эффективно по сравнению с существующими методами. В связи с этим в работе используется электрогидравлический метод обработки природного сырья. Дробление природного минерала электрогидравлическим методом является актуальным и перспективным методом, способствующим устойчивости производства, инновациям и охране окружающей среды.

Актуальность выбранной темы обусловлена недостаточно изученной проблемой теплофизических свойств материалов на основе кварцевого песка в процессе их применения. Создание новых материалов, отвечающих различным требованиям, определяет достижения многих отраслей современной техники. Этим объясняется возросший интерес к производству и применению различных композиционных материалов с улучшенными теплофизическими свойствами.

Цель работы. Целью диссертационной работы является исследование теплофизических свойств материала на основе кварцевого порошка, полученного электрогидравлическим методом.

Задачи исследования. Основные задачи для решения поставленной цели сформулированы следующим образом:

1. Разработка рабочей ячейки электрогидравлической установки, позволяющей дробить и измельчать природный кварцевый минерал.
2. Изучить влияние электрогидравлического метода на измельчение кварца.
3. Определение теплофизических свойств кварцевосодержащего материала.
4. Изучить влияние температуры на изменение массы кварцевого сырья.

Объект исследования: кварцевый минерал, материалы на основе кварцевого порошка.

Методы исследований. Различные объекты, необходимые для исследовательских работ, были подготовлены на основе методики подготовки образцов. Порошки кварцевого минерала получали электрогидравлическим методом. Гранулометрический состав материалов определяли методом определения размеров частиц с помощью сита. Структурный и количественный анализ элементного состава образца кварцита проводился на основе методов сканирующей электронной микроскопии, растровой электронной микроскопии, атомно-эмиссионной спектроскопии. Определение теплопроводности и термического сопротивления кварцевосодержащего материала проводилось термоэлектрическим методом в стационарном режиме. Изменение массы

образца кварца в зависимости от температуры определено на основе метода термического анализа.

Научная новизна основных результатов:

1. Установлена зависимость измельчения природного минерала кварца от геометрических и электрических параметров электрогидравлической установки. Оптимальными являются: количество разрядов импульса $N=1000$, длина разрядного промежутка на коммутирующем устройстве $l=12\text{ мм}$, емкость конденсаторной батареи не менее $C=0,5\text{ мкФ}$, импульсное напряжение $U=30\text{ В}$.

2. Установлено, что при дроблении кварцевого минерала с диаметром фракции 13-17 мм степень измельчения продукта возрастает с увеличением объема воды в 3-5 раз по сравнению с объемом обрабатываемого сырья ($3 \cdot V_B - 5 \cdot V_B$) для получения продукции диаметром менее 1 мм.

3. Выявлена закономерность изменения коэффициента теплопроводности $\lambda=0,627-0,631\text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ и термического сопротивления $R=0,040-0,041\text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$ кварцевосодержащего материала при различных температурных режимах 298-313К. Путем добавления кварцевого порошка 25% и 75% к исследуемому образцу был получен материал с благоприятными теплофизическими свойствами.

4. Исследована структура поверхности и элементный состав кварцевого сырья, установлено, что кварцевое сырье, измельченное электрогидравлическим методом, состоит из диоксида кремния (SiO_2) с низким содержанием примесей.

5. При нагреве образцов кварца полечены с помощью электрогидравлического метода диаметром менее 0,1 мм до $1097,5^\circ\text{C}$ массовая доля образца кварца из месторождения Актас составила 99,45%, а для образца кварца из месторождения Надырбай – 99,34%.

6. Предложена новая электрогидравлическая установка для переработки природного сырья; получен патент на полезную модель №8985 «Электрогидравлическое устройство для измельчения кварцевого материала» от 29.12.2023г.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Разработана рабочая ячейка электрогидравлической установки, позволяющая получать сырье диаметром порошка менее 0,2 мм при количестве импульсных разрядов 1000, емкости конденсатора 0,25-1мкФ.

2. При добавлении в состав смеси кварцевого порошка в количестве 70 и 75% с помощью электрогидравлической установки, получен эффективный материал для строительства по теплопроводности и термическому сопротивлению.

3. При нагреве до $1097,5^\circ\text{C}$ образцов кварца диаметром менее 0,1 мм, измельченных электрогидравлическим методом, массовая доля образца кварца из месторождения Актас составила 99,45%, а образца кварца из месторождения Надырбай – 99,34%.

Связь темы с планами исследовательских программ. Исследования данной работы выполнены в рамках плана научно-исследовательского проекта грантового финансирования Министерства образования и науки РК на 2022-2024 годы "Высокоэффективная технология переработки

минерального сырья, промышленных и бытовых отходов", государственный регистрационный номер № AP14870607.

Апробация полученных результатов. Основные результаты работы были изложены и обсуждены на конференциях «Хаос и структуры в нелинейных системах. Теория и эксперимент: 12-я Международная научная конференция (2022г., Павлодар, Казахстан); международная научно-практическая онлайн конференция «Формирование интеллектуального капитала в условиях цифровой трансформации: опыт, вызовы, перспективы» (2022г., Караганда, Казахстан); «Modern scientific challenges and trends» international scientific conference (2023 ж., Warsaw, Poland).

Публикации. Основные результаты, вошедшие в диссертацию, изложены в 8 публикациях: 2 статьи в журнале, входящем в базу Thomson Reuters и Scopus (Eastern – European Journal of Enterprise Technologies, 2023, 2024, IF – 2.2, Q3, процентиль-46), 3 статьи в журналах, рекомендованных комитетом по обеспечению качества в области науки и высшего образования Министерства образования и науки Республики Казахстан, и 3 статьи в материалах международных конференций статья опубликована. Кроме того, получен патент на полезную модель №8985 «Электрогидравлическое устройство для измельчения кварцевого материала» от 29.12.2023г.

Научно-практическая значимость работы. На основе проведенных теоретических и экспериментальных работ найдены оптимальные параметры электрогидравлической установки и дробильно-измельчительного узла. Результаты исследования позволяют создать эффективный материал для строительства с использованием сырья, обработанного электрогидравлическим методом, одной из экологически чистых технологий для эффективного использования энергетических и минеральных ресурсов. Обоснованность и достоверность полученных данных подтверждаются достаточно большим объемом накопленных и повторяющихся экспериментальных данных, апробацией основных результатов на конференциях, опубликованными научными статьями и актом внедрения.

Личный вклад автора. Результаты исследования, представленные в диссертации, получены самим автором. Постановка проблемы, формирование задач и поиск путей их решения, подготовка исследуемых образцов, проведение экспериментов, научные выводы и практические рекомендации проводились автором лично. Результаты экспериментальных измерений подвергались компьютерной обработке. Анализ результатов исследования и общие итоги работы выполнены совместно с научными консультантами.

Объем и структура диссертации. Структура диссертационной работы определяется задачами, решение которых необходимо для достижения цели диссертации. Диссертация состоит из введения, 4 разделов, выводов, списка использованных источников из 116 наименований и приложения, содержит 101 страниц машинописного текста. Работа проиллюстрирована 51 рисунками и включает 20 таблиц.